

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 14 107.3

**Anmeldetag:** 28. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** IMS GEAR GmbH, Donaueschingen/DE

**Bezeichnung:** Servolenkung mit einem Zahnradgetriebe

**Priorität:** 14.11.2002 DE 102 53 349.0

**IPC:** B 62 D 3/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

Stech

WESTPHAL · MUSSGUG & PARTNER  
Patentanwälte · European Patent Attorneys

IMS GEAR GmbH  
Postfach 10 80

78151 Donaueschingen

- Patentanmeldung -

Servolenkung mit einem Zahnradgetriebe

BeschreibungServolenkung mit einem Zahnradgetriebe

- 5 Die Erfindung betrifft eine Servolenkung mit einem Zahnradgetriebe mit einem Rad sowie einem Gegenrad gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

10 Servolenkungen werden zwischenzeitlich in Kfz regelmäßig zur Unterstützung der manuellen Lenkbewegungen, die ein Fahrer am Lenkrad unternimmt, eingesetzt. Die Lenkung wird dabei durch eine Hydraulik unterstützt, um die Lenkkräfte zu minimieren und das Lenken, vor allem bei niedrigen Geschwindigkeiten oder im Stehen, zu verringern. Dies wurde zunächst nur  
15 bei großen Fahrzeugen angeboten. Heute ist die Servolenkung auch schon in kleinen Fahrzeugen keine Seltenheit mehr. Die Servolenkung unterstützt ein leichtes Lenken, das vor allem beim Einparken, Rangieren und im Stadtverkehr den Fahrkomfort deutlich erhöht. Zwischenzeitlich wird an Servolenkungen gearbeitet, die nicht hydraulisch die Lenkunterstützung bewerkstelligen, sondern elektrisch. Hierfür sind besondere Getriebe  
20 notwendig.

In Fig. 1 ist das Übersichtsbild einer Servolenkung mit  
25 elektromechanischer Lenkunterstützung gezeigt. Die Fig. 1 zeigt ein Lenkrad, das über eine Lenksäule mit einem Zahnradgetriebe, das ein Schneckenrad und eine Schnecke aufweist, in Verbindung. Des weiteren ist ein Elektromotor mit Schneckengetriebe an dieses Zahnradgetriebe gekoppelt. Dieses Zahnradgetriebe steht über eine weitere Lenkstange mit der Zahnstange  
30 des Kraftfahrzeuges in Verbindung. Koaxial zur Zahnstange sitzt die Spurstange.

Zahnradgetriebe dienen allgemein dazu, eine Drehbewegung von einer Welle auf eine andere zu übertragen, was häufig unter Umwandlung eines Drehmoments geschieht. Durch miteinander kämmende Zähne, durch die eine formschlüssige Verbindung zwischen den Wellen gewährleistet wird, garantieren Zahnradgetriebe eine zwangsläufige und schlupflose Übertragung der Drehbewegung beziehungsweise des Drehmoments.

Im Maschinenbau werden fast ausschließlich Zahnräder mit einer Evolventenverzahnung verwendet. Bei einer Evolventenverzahnung sind die wirksamen Profile der Zahnflanken - also die Profile der Zahnflanken, die beim Kämmen der Zähne miteinander in Kontakt treten und über die eine Kraftübertragung erfolgt - Kreisevolventen, d.h. sie beschreiben eine Kurve, die man erhält, wenn man in sämtlichen Punkten eines Kreises eine Tangente konstruiert und auf den Tangenten die Länge des Bogens vom Berührungspunkt von der Tangente mit dem Kreis bis zu einem bestimmten festen Punkt des Kreises abträgt. Bei außen verzahnten Rädern sind die wirksamen Profile einer Evolventenverzahnung konvex.

Zahnräder mit Evolventenverzahnung lassen sich einfach und genau mit dem Hüllschnittverfahren herstellen, bei dem ein geradliniges und somit einfaches und kostengünstiges Bezugsprofil als Werkzeug verwendet wird. Ein weiterer Vorteil dieser Zahngeometrie ist darin zu sehen, daß unterschiedliche Zahnformen und Achsabstände mit dem gleichen Werkzeug lediglich durch eine Profilverschiebung hergestellt werden können. Im Betrieb zeichnen sich Zahnräder mit einer Evolventenverzahnung dadurch aus, daß die Richtung und die Größe der Zahnnormalkraft während des Eingriffs der Zähne konstant ist, woraus eine gleichmäßige Belastung des gesamten Getriebes, insbesondere der Getriebelager resultiert.

Die Verwendung von Zahnradgetrieben ist vielfältig. Sie finden sowohl in der Feinwerktechnik als auch im Fahrzeugbau, beispielsweise bei Lenkunterstützungssystemen Anwendung.

5

Fig.1 zeigt ein Schneckengetriebe mit einem stirnradförmigen Schneckenrad 1 und einer mit dem Schneckenrad 1 in Eingriff stehenden Schnecke 2, jeweils mit Evolventenverzahnung. Im Betrieb, d.h. wenn die Zähne von Schnecke 2 und Schneckenrad 1 miteinander kämmen, kommt es aufgrund dieser Zahngeometrie zu einer punktförmigen Anlage 3 der Zähne des Schneckenrades 1 mit den Zähnen der Schnecke 2. Diese Art der Anlage 3 führt zu einer hohen Belastung der Zähne in diesem Punkt, was je nach Werkstoffpaarung zu einem hohen Verschleiß und im Extremfall sogar zu einer Überlastung der Zähne führen kann. Die Tragfähigkeit von Zahnradern mit einer punktförmigen Anlage ist also begrenzt.

Fig. 2 zeigt ebenfalls ein Schneckengetriebe mit einem Schneckenrad 1 und einer mit dem Schneckenrad 1 in Eingriff stehenden Schnecke 2. Im Unterschied zu dem in Fig. 1 dargestellten Schneckengetriebe ist das Schneckenrad 1 in Fig. 2 nicht zylindrisch sondern globoidförmig ausgeführt. Durch diese Ausgestaltung des Schneckenrades 1 wird erreicht, daß die Anlage 3 nicht mehr punktförmig, sondern linienförmig über die Breite der Zähne ist, wodurch sich die durch die Zähne zu übertragende Last auf eine größere Fläche verteilt. Dadurch wird die Belastung der einzelnen Zähne pro Flächeneinheit reduziert und somit die Tragfähigkeit der Zahnradern erhöht. Das hat zur Folge, daß sowohl der Verschleiß als auch die Gefahr einer Überlastung der Zähne abnehmen.

Um ein globoidförmiges Schneckenrad herzustellen, ist eine spanende Bearbeitung notwendig, weil globoidförmige Schneckenräder Bereiche mit Hinterschneidungen aufweisen. Eine spanende Bearbeitung bringt jedoch im Vergleich zu anderen

5 Herstellungsverfahren für Zahnräder, wie beispielsweise einer Spritzgußfertigung, erhöhte Kosten mit sich. Hinzu kommt, daß die Montage von Schneckengetrieben mit globoidförmigen Schneckenrädern aufwendiger ist, weil das Schneckenrad nicht in axialer Richtung sondern lediglich in radialer Richtung mon-

10 tiert werden kann. Ein radiales Einführen des Schneckenrades erfordert mehr Platz als ein axiales Einführen und bringt zudem die Gefahr von Beschädigungen am Schneckenrad mit sich, wenn dieses nicht in der richtigen Winkelstellung auf die Schnecke zubewegt wird. Das gilt insbesondere dann, wenn das

15 Schneckenrad aus einem Werkstoff mit geringerer Festigkeit als der Werkstoff der Schnecke besteht. Zudem müssen Schnecke und Schneckenrad exakt zueinander positioniert werden, damit ein einwandfreies Kämmen der Zähne gewährleistet ist. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, daß wenn der Winkel

20 zwischen den Achsen von Schnecke und Schneckenrad ungleich  $90^\circ$  ist, die Globoidform des Schneckenrades abgeschwächt werden muß. Dadurch verkürzt sich die linienförmige Anlagefläche 3, was sich wiederum negativ auf die Tragfähigkeit auswirkt.

25 Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, für eine Servolenkung eines Kraftfahrzeugs ein Zahnradgetriebe mit einer erhöhten Tragfähigkeit zu schaffen, welches zudem einfach und kostengünstig herzustellen ist.

30 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Demnach zeichnet sich die Erfindung durch eine Servolenkung mit einem Zahnradgetriebe mit einem Rad und einem Gegenrad aus, die über Zähne miteinander in Eingriff stehen und deren Zähne wirksame Profile aufweisen, die so aufeinander abgestimmt sind, daß die Anlage über die Höhe der Zähne linienförmig ist. Mit anderen Worten erfolgt eine Anpassung der Flankenform über die Höhe eines Zahns an die Flankenform des mit diesem Zahn kämmenden Zahns in der Art, daß die Krümmungen der Flankenverläufe über die Höhe der Zähne so ausgewählt werden, daß einer Wölbung nach innen eine entsprechende Wölbung nach außen auf dem anderen Zahn zugeordnet ist und umgekehrt. Eine linienförmige Anlage bringt den Vorteil mit sich, daß die von einem Rad auf das andere Rad zu übertragende Last auf eine größere Fläche verteilt wird, wodurch die Last der Zähne pro Flächeneinheit sinkt. Dadurch verringert sich zum einen der Verschleiß der Zahnräder zum anderen aber auch die Gefahr einer Überlastung. Insgesamt steigt somit die Tragfähigkeit der Zahnräder.

Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Eine linienförmige Anlage über die Höhe der Zähne kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß einem konkaven Bereich eines Zahns ein konvexer Bereich des mit diesem Zahn in Eingriff stehenden Zahns zugeordnet ist, wobei der konkave und der konvexe Bereich dieselbe Krümmung aufweisen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel besteht das Schneckenrad aus einem Werkstoff mit einer geringeren Festigkeit als der Werkstoff der Schnecke. Beispielsweise besteht die Schnecke aus Stahl und das Schneckenrad aus Kunststoff. Die Verwendung eines Schneckenrades aus Kunststoff bringt Vorteile mit sich, die sich auf die Herstellung beziehen. Kunststoffzahnräder

lassen sich mit Hilfe des kostengünstigen Spritzgußverfahrens herstellen, ohne daß eine anschließende spanende Bearbeitung notwendig ist.

- 5 Durch die erfindungsgemäße Reduzierung der Flächenlast pro Zahn lassen sich die Zahndicken der Zahnräder optimieren. Eine besonders gute Optimierung ergibt sich, wenn die Materialeigenschaften der Werkstoffpaarungen einbezogen werden. So sind die Zahndicken des Schneckenrades gemäß einem weiteren
- 10 Ausführungsbeispiel größer als die Zahndicken der Schnecke. Eine Reduzierung der Zahndicken bringt wiederum Kostenvorteile mit sich, weil dadurch Material eingespart werden kann.

- Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Schneckenrad
- 15 zylindrisch ausgeführt. Ein zylindrisches Schneckenrad weist - im Gegensatz zu globoidförmigen Schneckenrädern - keine Hinterschneidungen auf. Diese Form von Schneckenrädern begünstigt die Herstellung mittels des Spritzgußverfahrens, was sich wiederum positiv auf die Kosten auswirkt. Zudem ist die
- 20 Montage von Schneckengetrieben mit zylindrischen Schneckenrädern einfacher, weil das Schneckenrad auch in axialer Richtung montiert werden kann. Für ein axiales Einführen ist kein zusätzlicher Platz erforderlich. Beim axialen Einführen ist die Gefahr von Beschädigungen des Schneckenrades gegenüber
- 25 einem radialen Einführen erheblich reduziert. Weiterhin ist es nicht erforderlich, das Schneckenrad bezüglich der Schnecke axial exakt zu positionieren, wodurch sich der Montageaufwand weiter verringert. Hinzu kommt, daß bei einem zylindrischen Schneckenrad auch Achswinkel abweichend von  $90^\circ$
- 30 eingestellt werden können, ohne daß sich die Tragfähigkeit der Zahnräder verändert, weil die Größe der Anlagefläche konstant bleibt.



Wenn die Schnecke globoidförmig ausgeführt ist, wird die Anlage über die Breite der Zähne vergrößert. Eine größere Anlage verringert zusätzlich die Last pro Fläche, wodurch die Tragfähigkeit der Zahnräder weiter erhöht wird.

5

Obwohl die Erfindung in erster Linie für die Anwendung in Servolenkungen von Kfz bestimmt und geeignet ist, ist die Erfindung hierauf nicht beschränkt. Das erfindungsgemäße Zahngetriebe kann vielmehr auch in Fensterhebergetrieben, Sitzverstellungen, Massenausgleichsgetrieben oder anderen Stellenantrieben eingesetzt werden.

10

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit Figuren näher erläutert. Es zeigen:

15

Fig.1 eine Übersicht einer elektromechanischen Servolenkung mit Lenkrad, Lenksäule, Zahnradgetriebe sowie Zahnstange,

20

Fig.2 einen Schnitt parallel zur Schneckenradachse durch das schon erwähnte Schneckengetriebe mit einem zylindrieförmigen Schneckenrad und einer mit dem Schneckenrad in Eingriff stehenden Schnecke mit Evolventenverzahnung,

25

Fig.3 einen Schnitt parallel zur Schneckenradachse durch das ebenfalls schon erwähnte Schneckengetriebe mit einem globoidförmigen Schneckenrad und einer mit dem Schneckenrad in Eingriff stehenden Schnecke mit Evolventenverzahnung,

30

Fig.4 einen Schnitt parallel zur Schneckenradachse durch ein erfindungsgemäße Schneckengetriebe mit einem Schneckenrad und einer mit dem Schneckenrad in Eingriff stehenden Schnecke,

5

Fig.5 Verzahnungsgeometrie des erfindungsgemäßen Schneckengetriebes gemäß Fig. 3,

Fig.6 einen Schnitt senkrecht zur Schneckenradachse durch das erfindungsgemäße Schneckengetriebe gemäß Fig. 3 sowie

10

Fig.7 einen Schnitt senkrecht zur Schneckenradachse durch ein erfindungsgemäßes Schneckengetriebe mit einer Globoidschnecke.

15

In Fig. 4 ist ein erfindungsgemäßes Schneckengetriebe mit einem Schneckenrad 1 in einem Schnitt parallel zu seiner Drehachse A und einer Schnecke 2 dargestellt. Das Schneckenrad 1 ist zylinderförmig und weist an seinem äußeren Rand Zähne 4 auf. Die Schnecke 2 dreht um eine Achse B, die senkrecht zur Zeichenebene ausgerichtet ist. Die Schnecke 2 ist ebenfalls zylinderförmig und weist auf ihrem Umfang Zähne 5 auf. Die Zähne 4 des Schneckenrades 1 stehen mit den Zähnen 5 der Schnecke 2 im Eingriff. Die Anlage der Zähne 4 des Schneckenrades 1 mit den Zähnen 5 der Schnecke 2 ist als Bereich 3 gekennzeichnet. Die Anlage 3 erstreckt sich im wesentlichen entlang der Höhe h der Zähne 4, 5 und ist linienförmig.

20

25

30

In Fig. 5 ist die Verzahnungsgeometrie des erfindungsgemäßen in Fig. 4 dargestellten Schneckengetriebes dargestellt. Fig. 4a zeigt von oben nach unten weisend die Zähne 5 der Schnecke 2 und von unten nach oben weisend die Zähne 4 des Schnecken-

rades 1. Auch in dieser Darstellung stehen die Zähne 4, 5 miteinander in Eingriff. Die Zähne 4, 5 weisen jeweils eine Höhe  $h_4$  bzw.  $h_5$  auf. Die Höhe  $h_4$  erstreckt sich von einem Fuß 6 des Zahns 4 bis zu dessen Kopf 7. Die Höhe  $h_5$  erstreckt sich von einem Fuß 8 des Zahns 5 bis zu dessen Kopf 9. Die Breite der Zähne 4, 5 ändert sich über die Höhe  $h_4$  bzw.  $h_5$  und ist abhängig von der Form der Flanken 11, 12 der Zähne 4, 5. Mit 3 sind wiederum jeweils die Bereiche gekennzeichnet, in denen sich die Zähne 4, 5 berühren, wenn sie miteinander in Eingriff stehen.

Fig. 5b ist eine vergrößerte Detailansicht von Fig. 5a von dem Bereich, in dem sich ein zahnkopfnaher Bereich eines Schneckenzahns 5 mit einem zahnfußnahen Bereich eines Schneckenradzahns 4 berührt. Der Anlagebereich 3 erstreckt sich über eine Höhe  $h_A$  der Zähne 4, 5. In dem Bereich der Anlage 3 ist die Zahnflanke 11 des Schneckenradzahns 4 konkav. Der mit der Zahnflanke 11 in Eingriff stehende Bereich des Schneckenrades 5 ist konvex ausgeführt. Die beiden Bereiche weisen eine mindestens abschnittsweise ähnliche oder dieselbe Krümmung auf, so daß sie in einem linienförmigen Bereich zur Anlage kommen. Die wirksamen Profile der Zahnflanken 11, 12 von Schnecken Zahn 5 und Schneckenrad Zahn 4 sind über ihre gesamte Höhe  $h_4$ ,  $h_5$  aufeinander abgestimmt, so daß es - wie sich aus Fig. 4a ergibt - über die gesamte Höhe  $h_4$ ,  $h_5$  zu gerade beschriebenen linienförmigen Anlagen 3 kommt. <sup>x</sup> Im dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Flanken 11, 12 der Zähne 4, 5 von Schneckenrad 1 und Schnecke 2 jeweils in ihrem zahnfußnahem Bereich ein konkaves Profil und in ihrem zahnkopfnahem Bereich ein konvexes Profil auf. Die Profile sind bezüglich ihrer Krümmungen so aufeinander abgestimmt, daß jeweils Bereiche mit den mindestens abschnittsweise ähnlichen oder

gleichen Krümmungen beim Kämmen miteinander in Berührung treten.

Die linienförmige Anlage 3 bringt den Vorteil mit sich, daß sich die von einem Rad auf das andere Rad zu übertragende Last auf eine Fläche verteilt, wodurch die Last pro Flächeneinheit sinkt. Dadurch können sowohl der Verschleiß der Zahnräder 1, 2 als auch die Gefahr einer Überlastung erheblich reduziert werden. Es erhöht sich somit die Tragfähigkeit der Zahnräder 1, 2.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Zähne 5 der Schnecke 2 dünner ausgeführt als die Zähne 4 des Schneckenrades 1. Das ist darauf zurückzuführen, daß beide Zahnräder aus herstellungstechnischen Gründen sowie aus Kostengründen aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen. Die Schnecke 2 besteht aus einem Werkstoff mit einer höheren Festigkeit, wie beispielsweise Stahl, während das Schneckenrad aus einem Werkstoff mit einer geringeren Festigkeit, wie beispielsweise Kunststoff, besteht. Die aus der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der wirksamen Profile 11, 12 resultierende geringere Last pro Flächeneinheit bringt in diesem Zusammenhang zwei wesentliche Vorteile mit sich. Zum einen wird der Verschleiß des aus dem Werkstoff mit geringerer Festigkeit bestehenden Schneckenrades 1 erheblich reduziert. Zum anderen kann die Dicke der Zähne 4, 5 unter Berücksichtigung der Werkstoffpaarung optimiert werden, so daß die Zähne 4, 5 nicht dicker als nötig ausgeführt werden müssen, wodurch Werkstoff und somit Kosten gespart werden können.

Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch das zuvor beschriebene erfindungsgemäße Schneckengetriebe mit zylinderförmigem Schne-

ckenrad 1 und zylinderförmiger Schnecke 1 senkrecht zur Drehachse A des Schneckenrades 1. Die Drehachse B der Schnecke 2 verläuft parallel zur Zeichenebene. Die Zähne 4, 5 von Schnecke 2 und Schneckenrad 1 stehen wieder miteinander in Eingriff. Mit 13 ist das Eingriffsfeld der miteinander in Eingriff stehenden Zähne 4, 5 von Schneckenrad 1 und Schnecke 2 gekennzeichnet. Aufgrund der Form von Schneckenrad 1 und Schnecke 2 hat das Eingriffsfeld 13 die größte Erstreckung in Richtung der Höhe der Zähne 4, 5 auf Höhe einer Mittenachse C von Schneckenrad 1 und Schnecke 2. Diese Erstreckung nimmt mit zunehmendem Abstand von der Mittenachse C ab.

Bei Verwendung einer Globoidschnecke 14 - also einer Schnecke, die so gestaltet ist, daß das Eingriffsfeld 13 über seine gesamte Länge dieselbe Erstreckung in Richtung der Höhe der Zähne 4, 5 hat - kann das Eingriffsfeld 13 erheblich vergrößert werden (vgl. Fig. 7), wodurch die Anlage 3 zusätzlich über die Breite der Zähne 4, 5 ausgedehnt wird. Die Vergrößerung der Anlage 3 bringt die zuvor beschriebenen Vorteile bezüglich der Tragfähigkeit von Zahnradern mit sich, so daß sich durch den Einsatz einer Globoidschnecke 14 die Vorteile der Erfindung verstärken. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 kommt weiterhin ein zylinderförmiges Schneckenrad 1 zum Einsatz, welches die im Zusammenhang mit der Herstellung und der Montage von Zahnradgetrieben mit einem zylinderförmigen Schneckenrad beschriebenen Vorteil mit sich bringt.

Patentansprüche

1. Servolenkung mit einem an eine Lenksäule gekoppelten Zahnradgetriebe mit einem Rad und einem Gegenrad, die beide Zähne  
5 aufweisen, über die sie miteinander in Eingriff stehen, wobei sie über wirksame Profile ihrer Zahnflanken Bewegung und Leistung von einem Rad auf das andere Rad übertragen,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die wirksamen Profile der Zahnflanken (11, 12) von Rad (1) und Gegenrad (2)  
10 so gestaltet sind, daß wenn die Zähne (4, 5) miteinander in Eingriff stehen, eine über die Höhe ( $h_4$ ,  $h_5$ ) der Zähne linienförmige Anlage (3) entsteht.

2. Servolenkung nach Anspruch 1,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß einem konkaven Bereich der Zahnflanke (11) des Rades (1) ein konvexer Bereich mit vorzugsweise abschnittsweise mindestens annähernd gleicher Krümmung der Zahnflanke (12) des Gegenrades (2) zugeordnet ist.

20 3. Servolenkung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß einem konvexen Bereich der Zahnflanke (11) des Rades (1) ein konkaver Bereich mit vorzugsweise abschnittsweise mindestens annähernd  
25 gleicher Krümmung der Zahnflanke (12) des Gegenrades (2) zugeordnet ist.

4. Servolenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der konkave Bereich in einem an einen Zahnfuß (6, 8) angrenzenden Bereich  
30 und der konvexe Bereich in einem an einen Zahnkopf (7, 9) angrenzenden Bereich angeordnet ist.

5. Servolenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zahn-  
flanke (11, 12) einen konkaven und einen konvexen Bereich  
aufweist.

5

6. Servolenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Zahnrad-  
getriebe ein Schneckengetriebe mit einem Schneckenrad (1) und  
einer Schnecke (2) ist.

10

7. Servolenkung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Schne-  
ckenrad (1) aus einem Werkstoff geringerer Festigkeit als der  
Werkstoff der Schnecke (2) besteht.

15

8. Servolenkung nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Zahndi-  
cken von Schneckenrad (1) und Schnecke (2) an die Materialei-  
genschaften der Werkstoffpaarung der Räder angepaßt sind.

20

9. Servolenkung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Zahn-  
dicke der Zähne (4) des Schneckenrades (1) größer ist als die  
der Zähne (5) der Schnecke (2).

25

10. Servolenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Schne-  
ckenrad (1) zylindrisch ausgeführt ist.

30

11. Servolenkung nach einem der Anspruch 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Schnecke  
(2) globoidförmig ausgeführt ist.

## Zusammenfassung

### Servolenkung

5

10

15

Die Erfindung betrifft eine Servolenkung mit einem an eine Lenksäule gekoppelten Zahnradgetriebe mit einem Rad und einem Gegenrad. Die beiden Getrieberäder weisen Zähne (4, 5) auf, über die sie miteinander in Eingriff stehen, wobei sie über wirksame Profile ihrer Zahnflanken (11, 12) Bewegung und Leistung von einem Rad auf das andere Rad übertragen. Um ein Zahnradgetriebe zu schaffen, welches eine erhöhte Tragfähigkeit aufweist und gleichzeitig einfach und kostengünstig herzustellen ist, wird vorgeschlagen, die wirksamen Profile der Zahnflanken (11, 12) von Rad und Gegenrad so zu gestalten, daß wenn die Zähne (4, 5) miteinander in Eingriff stehen, eine über die Höhe ( $h_4$ ,  $h_5$ ) der Zähne (4, 5) linienförmige Anlage (3) entsteht.

20

Fig. 5b



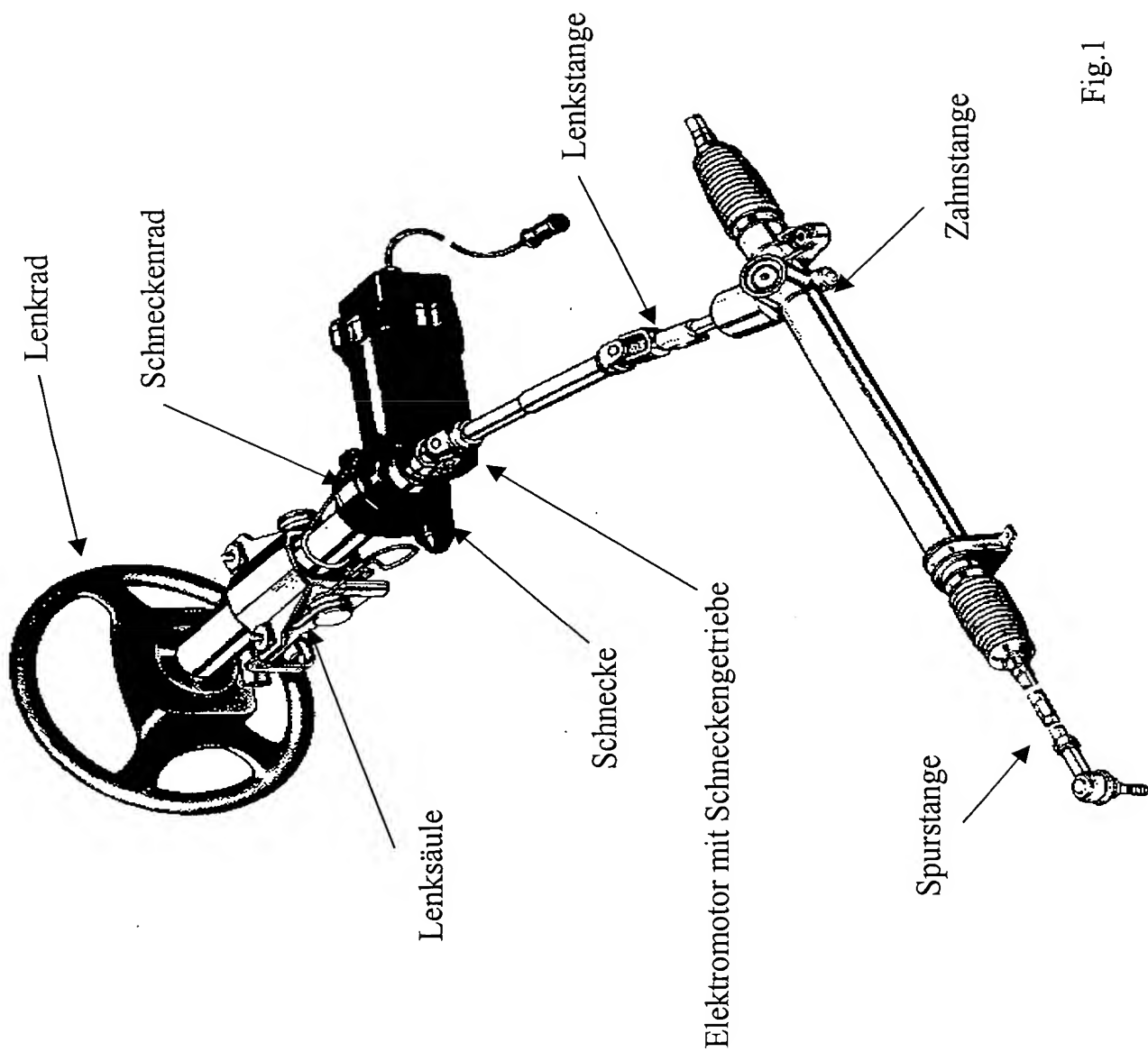


Fig.1

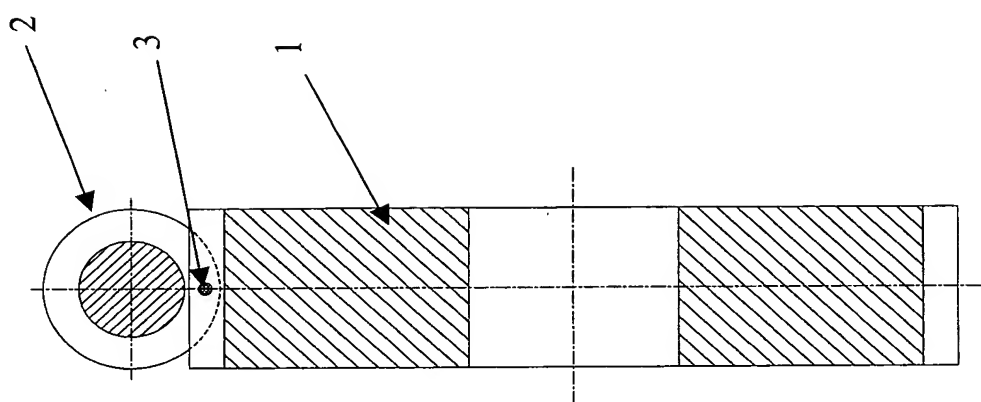


Fig.2

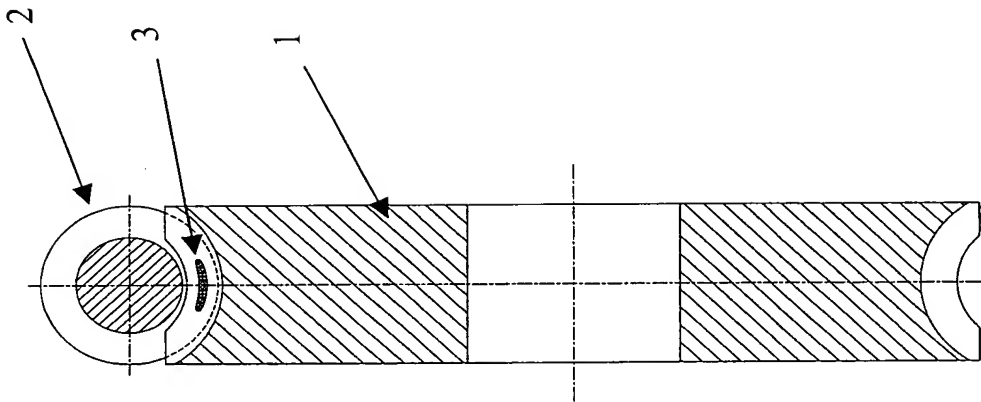


Fig.3

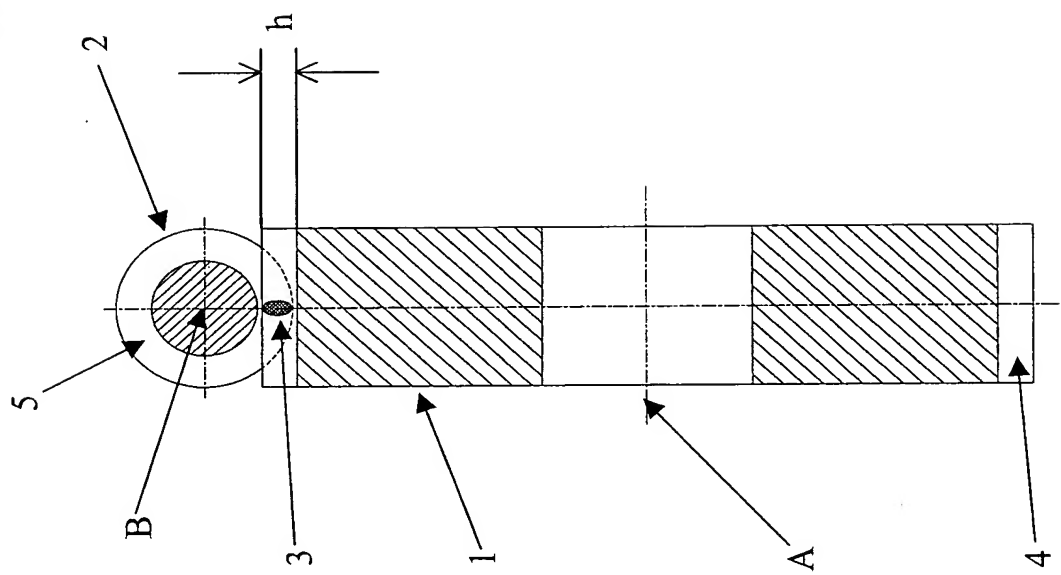


Fig.4

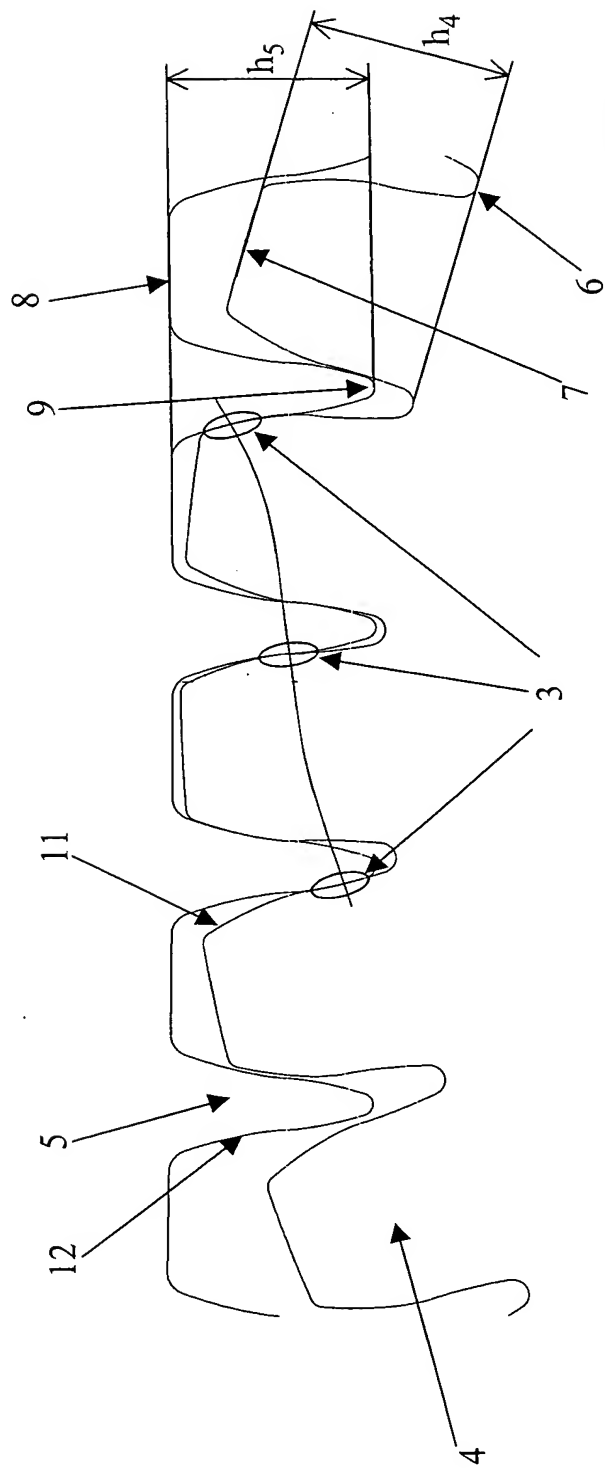


Fig.5a



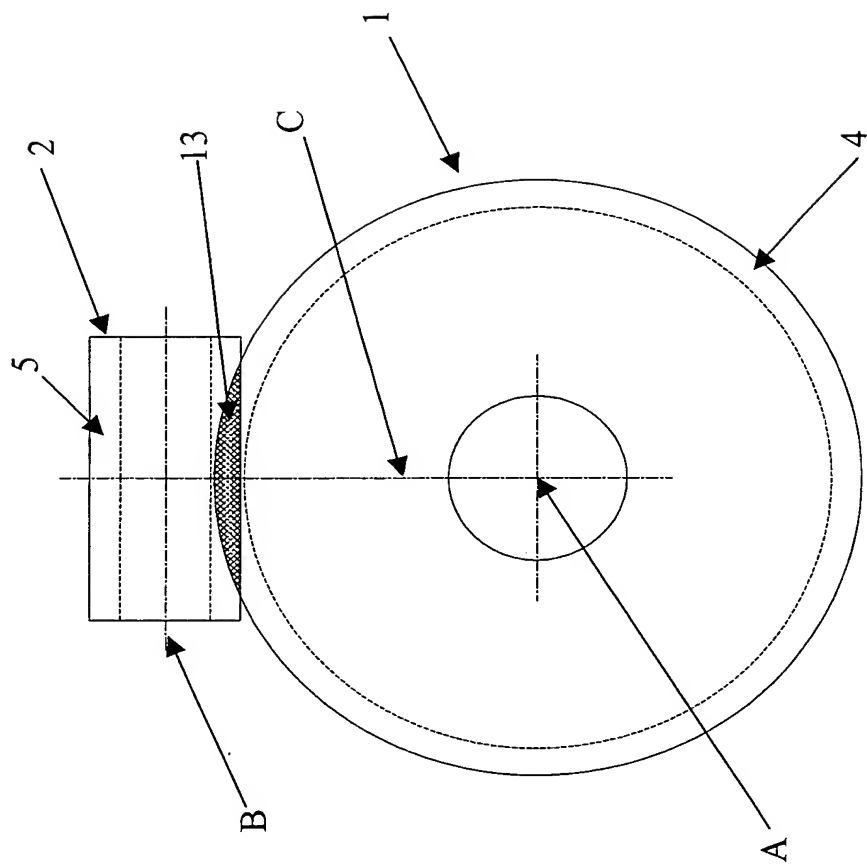


Fig.6

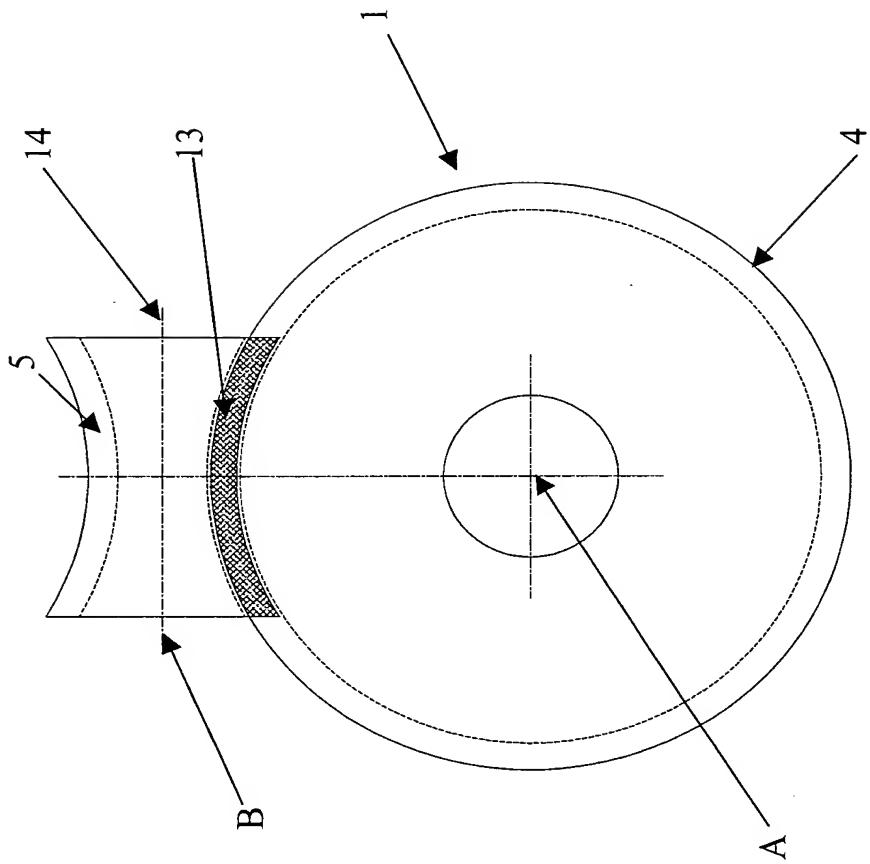


Fig.7